

УДК 621.316: 621.355

УДОСКОНАЛЕННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ АКУМУЛЯТОРУ ДЛЯ ВІРТУАЛЬНОЇ ФОТОЕЛЕКТРИЧНОЇ СИСТЕМИ В ДОБОВОМУ ЦИКЛІ

Становський Є.Ю. – гр. ДФЕЕЕ-19, аспірант, stanovskyi.yevhen@gmail.com

Шавьолкін О.О. – д.т.н., проф., shavolkin@gmail.com

Київський національний університет технологій та дизайну

Метою роботи є удосконалення математичної моделі акумуляторної батареї (АКБ) із відтворенням характеристик виробника у всьому діапазоні ступеню заряду з урахуванням режимів заряду і струмів розряду.

Зручним інструментом під час проектування і дослідження ефективності управління фотоелектричної системи (ФЕС) є математичне моделювання. Ключовим елементом моделі ФЕС фотоелектричної системи (ФЕС) є модель АКБ. В статтях [1,2] показано модель, що використовує ступінь заряду Q (SOC) в якості змінної стану. Ідентифікація всіх параметрів цієї моделі заснована на доволі складному методі імпедансу. Є певні недоліки, зокрема, напруга АКБ визначається з врахуванням падіння на внутрішньому опорі. Загальним недоліком вказаної моделі є те, що формування розрядної характеристики не враховує змінювання струму розряду.

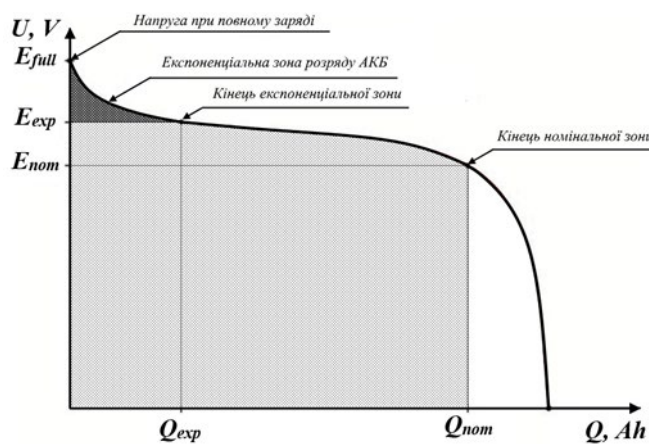


Рисунок 1 – Типова розрядна характеристика АКБ

$$V_{batt} = E_0 - \frac{K \cdot Q_r^*}{(Q_r^* - \Delta Q^*)} + A \exp(-B \cdot \Delta Q^*), \quad (1)$$

де E_0 – постійна напруга АКБ (В); K – напруга поляризації A – падіння напруги в експоненціальній зоні (В); B – зворотна величина ємності в кінці

**Платформа: ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІ СИСТЕМИ. ЕНЕРГЕТИЧНІ СИСТЕМИ.
ВІДНОВЛЮВАЛЬНА ЕНЕРГЕТИКА ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ**

експоненціальної зони $(A \cdot \text{год})^{-1}$, $\Delta Q^* = 100 - Q_t^*$ (Q_t^* – поточне значення); Q_r^* – номінальна ємність. Параметри можна визначити з заводської характеристики, яка надається виробником. Напруга поляризації K розраховується формулою:

$$K = \frac{E_{full} - E_{nom} + A \cdot (\exp(-B \cdot Q_{nom}) - 1) \cdot (Q - Q_{nom})}{Q_{nom}}, \quad (2)$$

де E_{full} – найвища точка експоненціальної зони (В); E_{exp} – напруга, за якої закінчується експоненціальна зона розряду (В), E_{nom} – номінальна напруга АКБ (В).

Для звичайного користувача розрахунки всіх параметрів є доволі трудомістким процесом, до того ж розрахований параметр K призводить до зростання похибки в другій половині розрядної характеристики за $\Delta Q^* < 50\%$ тому прийнято рішення розділити розрядну характеристику на дві частини і присвоїти кожному відрізку відповідне значення параметра K :

$$K = \begin{cases} 0,42, & \text{якщо } \Delta Q^* \geq 50\% \\ 0,14, & \text{якщо } \Delta Q^* < 50\% \end{cases}$$

де значення параметру K на обох відрізках підібрано методом ітерацій.

Проведемо розрахунки для акумуляторної батареї LiFePO4 12.8V 150Ah зі струмом розряду 0,1С.

$$A = E_{full} - E_{exp} = 13,6 - 12,9 = 0,7\text{В}, \quad (3)$$

$$B = \frac{3}{Q - Q_{exp}} = \frac{3}{150 - 147} = 1 \text{ (А·год)}^{-1}, \quad (4)$$

$$E_0 = E_{full} + K - A = 13,6 + 0,42 - 0,7 = 13,32\text{В}. \quad (5)$$

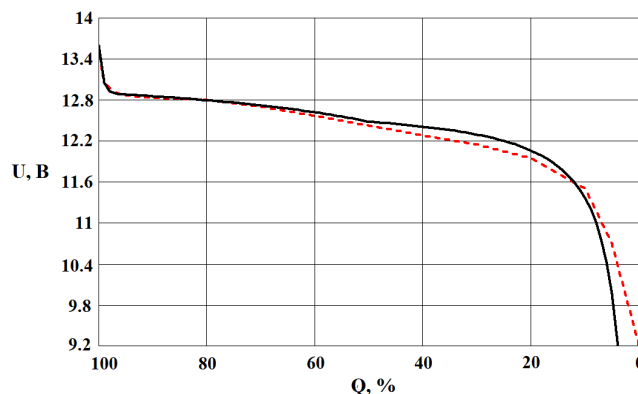


Рисунок 2 – Розрядна характеристика АКБ за струму розряду 0,1С зі змінним значенням коефіцієнта K , де суцільна лінія – крива, що отримана з (1), пунктиром-крива з datasheet

Висновки. Відповідність характеристик заряду/розряду, що забезпечує математична модель АКБ характеристикам виробника досягається використанням залежності параметрів від ступеню заряду Q^* і значення струму. Обґрунтована методика параметрів моделі згідно характеристикам виробника.

Л і т е р а т у р а

1. Tremblay O., Dessaint, L.-A., Dekkiche, A.-I. A Generic Battery Model for the Dynamic Simulation of Hybrid Electric Vehicles /Vehicle Power and Propulsion Conference. VPPC 2007. – P. 284 –289.
2. Linda Barelli, Gianni Bidini, Fabio Bonucci, Luca Castellini, Simone Castellini, Andrea Ottaviano, Dario Pelosi and Alberto Zuccari. Dynamic Analysis of a Hybrid Energy Storage System (H-ESS) Coupled to a Photovoltaic (PV) Plant. *Energies* 2018, 11, 396; doi:10.3390/en11020396, www.mdpi.com/journal/energies